

PAT-NO: JP02000223662A  
DOCUMENT- JP 2000223662 A  
IDENTIFIER:  
TITLE: FERROELECTRIC BODY CAPACITOR AND ITS MANUFACTURING METHOD

PUBN-DATE: August 11, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
INOMATA, DAISUKE	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OKI ELECTRIC IND CO LTD	N/A

APPL-NO: JP11023638

APPL-DATE: February 1, 1999

INT-CL H01L027/04 , H01L021/822 , H01L027/10 , H01L027/108 ,  
(IPC): H01L021/8242 , H01L021/8247 , H01L029/788 , H01L029/792

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ferroelectric capacitor with superior hysteresis, residual polarization saturation, fatigue, and anti-reduction characteristics, and its manufacturing method.

SOLUTION: A ferroelectric body capacitor 1 is composed of an Si substrate 100, an SiO<sub>2</sub> layer 200, an IrO<sub>2</sub> layer 10, a Ti layer 20, a Pt layer 30, a PZT(lead zirconate titanate) layer 35, and an IrO<sub>2</sub> layer 40. When the Pt layer 30 is formed, heat treatment is made at approximately 350°C for approximately 15 minutes in an electric oven. Due to the heat treatment, Ti for composing the Ti layer 20 is thermally diffused to the surface of the Pt layer 30, namely, a surface where the PZT layer 35 is formed later. The Ti being diffused on the surface of the Pt layer 30 reacts to surplus Pd in the PZT

layer 35 for forming lead titanate PbTiO<sub>3</sub> with relatively low crystallization temperature.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-223662

(P2000-223662A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード (参考)
H 0 1 L 27/04		H 0 1 L 27/04	C 5 F 0 0 1
21/822		27/10	4 5 1 5 F 0 3 8
27/10	4 5 1		6 5 1 5 F 0 8 3
27/108		29/78	3 7 1
21/8242			

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-23638

(22) 出願日 平成11年2月1日 (1999.2.1)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 猪股 大介

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(74) 代理人 100095957

弁理士 亀谷 美明 (外2名)

Fターム (参考) 5F001 AA17 AG30

5F038 AC15 EZ17

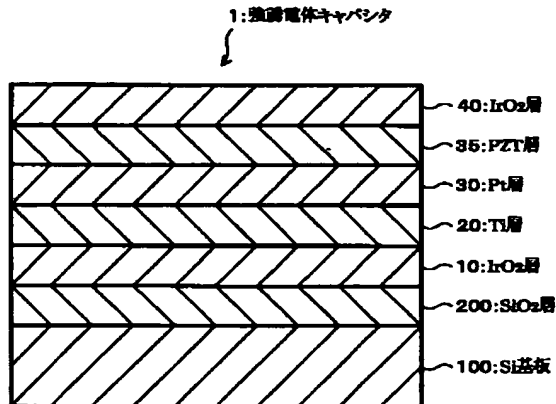
5F083 JA02 PR34 PR47 PR48 PR49

(54) 【発明の名称】 強誘電体キャパシタおよびその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 優れたヒステリシス特性、残留分極飽和特性、疲労特性、および耐還元性を有する強誘電体キャパシタおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 強誘電体キャパシタ1は、Si基板100、SiO<sub>2</sub>層200、IrO<sub>2</sub>層10、Ti層20、Pt層30、PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) 層35、およびIrO<sub>2</sub>層40から成るものである。Pt層30が形成されたところで、電気炉において、約350℃、約15分間の熱処理を行う。この熱処理によって、Ti層20を構成するTiがPt層30の表面、すなわち後にPZT層35が形成される面にまで熱拡散する。Pt層30の表面に拡散したTiは、PZT層35における余剰Pbと反応して、比較的結晶化温度の低いチタン酸鉛PbTiO<sub>3</sub>が形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 強誘電体層、一の電極、および他の電極を有する強誘電体キャパシタであって、前記強誘電体層は、チタン酸ジルコン酸鉛から構成され、前記一の電極は、Pt層とTi層とが積層されたPt/Ti積層を含む、ことを特徴とする、強誘電体キャパシタ。

【請求項2】 強誘電体層、一の電極、および他の電極を有する強誘電体キャパシタであって、前記強誘電体層は、チタン酸ジルコン酸鉛から構成され、前記一の電極、および、前記他の電極の少なくとも一方は、前記強誘電体層に接するチタン酸鉛層を含む、ことを特徴とする、強誘電体キャパシタ。

【請求項3】 前記一の電極は、Pt層を含み、前記一の電極に含まれる前記チタン酸鉛層は、一の面において、前記強誘電体層に接し、他の面において、前記Pt層に接する、ことを特徴とする、請求項2に記載の強誘電体キャパシタ。

【請求項4】 前記一の電極、および、前記他の電極の少なくとも一方は、Au層を含むことを特徴とする、請求項1、2、または3に記載の強誘電体キャパシタ。

【請求項5】 前記一の電極、および、前記他の電極の少なくとも一方は、Ag層を含むことを特徴とする、請求項1、2、または3に記載の強誘電体キャパシタ。

【請求項6】 前記一の電極、および、前記他の電極の少なくとも一方は、イリジウム酸化物層を含むことを特徴とする、請求項1、2、3、4、または5に記載の強誘電体キャパシタ。

【請求項7】 強誘電体層、一の電極、および他の電極を有する強誘電体キャパシタの製造方法であって、前記一の電極を構成するTi層を形成する工程と、前記Ti層に対して、前記一の電極を構成するPt層を積層する工程と、熱処理を施す工程と、チタン酸ジルコン酸鉛から成る前記強誘電体層を形成する工程と、前記他の電極を形成する工程と、を含むことを特徴とする、強誘電体キャパシタの製造方法。

【請求項8】 強誘電体層、一の電極、および他の電極を有する強誘電体キャパシタの製造方法であって、前記一の電極を形成する工程と、前記強誘電体層を形成する工程と、前記他の電極を構成する保護層を形成する工程と、瞬時熱アニールを行う工程と、を含むことを特徴とする、強誘電体キャパシタの製造方法。

【請求項9】 前記保護層は、Au層であることを特徴とする、請求項8に記載の強誘電体キャパシタの製造方法。

【請求項10】 前記保護層は、Ag層であることを特徴とする、請求項8に記載の強誘電体キャパシタの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、強誘電体キャパシ

タおよびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 強誘電体キャパシタを構成する強誘電体物質としては、チタン酸ジルコン酸鉛： $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ （以下、「PZT」という。）、Bi層状化合物： $SrBi_2Ta_2O_9$ （以下、「SBT」という。）などの酸化物結晶が多く用いられている。このため、強誘電体物質によって形成された強誘電体層に接する電極には、耐酸化性に優れた金属または導電性酸化物が用いられていた。

【0003】 従来、耐酸化性に優れた金属で形成された金属電極を備えた強誘電体キャパシタの場合、例えば、上部電極はPtによって形成され、下部電極はPt層およびTi層の積層（以下、「Pt/Ti積層」という。）によって形成されていた。ここで、Ti層は、下部電極の下地となる層が $SiO_2$ 層である場合に、Pt層と $SiO_2$ 層との密着性を向上させるために用いられている。

【0004】 一方、 $IrO_2$ や $RuO_2$ などの導電性酸化物を上下電極に用いた場合、Pt電極に比べて拡散に対するバリア効果が向上する。また、これらの導電性酸化物は、水素に対する触媒作用も示さないため、強誘電体キャパシタの疲労特性の向上や耐水素性が向上することになる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、一般に、 $IrO_2$ や $RuO_2$ などの導電性酸化物は、Ptに比べて結晶配向性が劣るため、導電性酸化物の上に形成された強誘電体膜の結晶性は、Pt層の上に形成された場合に比べて劣ることになる。この結果、導電性酸化物電極を有する強誘電体キャパシタは、Pt電極を有する強誘電体キャパシタに比べて、強誘電特性が劣っていた。また、導電性酸化物電極の抵抗率がPt電極の抵抗率に対して1桁程度大きいことも、電気的特性の点から問題とされていた。

【0006】 本発明は、上記のような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、優れたヒステリシス特性、残留分極飽和特性、疲労特性、および耐還元性を有する強誘電体キャパシタおよびその製造方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、強誘電体層、一の電極、および他の電極を有する強誘電体キャパシタが提供される。そして、請求項1に記載のように、この強誘電体キャパシタにおける強誘電体層は、チタン酸ジルコン酸鉛から構成され、一の電極は、Pt層とTi層とが積層されたPt/Ti積層を含むことを特徴としている。かかる構成において、Pt/Ti積層が形成された後に熱処理を施すことによって、Pt層の表面にTi層からのTiが熱拡散される。その

後、Pt/Ti積層に対して、強誘電体層を積層させることによって、強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛における余剰PbとPt層表面のTiとが反応し、チタン酸鉛が形成されることになる。このチタン酸鉛は、 $\langle 111 \rangle$ 軸に配向しており、結果的に強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛も $\langle 111 \rangle$ 軸に強く配向させることが可能となる。また、Ti層からのTiの熱拡散によって、Pt層の格子定数が増加するため、Pt層の $(111)$ 面と、チタン酸ジルコン酸鉛から成る強誘電体層の $(111)$ 面の格子整合が良好となる。

【0008】また、請求項2によれば、強誘電体層、一の電極、および他の電極を有する強誘電体キャパシタが提供される。そして、強誘電体層は、チタン酸ジルコン酸鉛から構成され、一の電極、および、他の電極の少なくとも一方は、強誘電体層に接するチタン酸鉛層を含むことを特徴としている。チタン酸鉛は、 $\langle 111 \rangle$ 軸に配向しており、チタン酸鉛から成るチタン酸鉛層は、強誘電体層に接しているため、強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛を $\langle 111 \rangle$ 軸に強く配向させることが可能となる。特に、一の電極および他の電極の両方に、チタン酸鉛層を備えることによって、強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛をより均一に結晶化させることが可能となる。

【0009】そして、請求項3によれば、一の電極は、Pt層を含み、一の電極に含まれるチタン酸鉛層は、一の面において、強誘電体層に接し、他の面において、Pt層に接することを特徴としている。かかる構成によれば、Ptは、自己配向性が強いいため、チタン酸鉛層を構成するチタン酸鉛の $\langle 111 \rangle$ 軸結晶配向性を向上させることが可能となる。さらに、チタン酸鉛層に接する強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛の $\langle 111 \rangle$ 軸優先配向度を増加させることが可能となる。

【0010】一の電極、および、他の電極の少なくとも一方は、請求項4、5に記載のように、Au層、あるいは、Ag層を含むことが好ましい。AuおよびAgは、耐酸化性に優れ、また、水素に対する触媒効果を持たないため、強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛の組成を安定させることが可能となる。また、AuおよびAgは、強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛の $(111)$ 面との結晶整合が良好であるため、例えば、Au層またはAg層を強誘電体層に接するように形成すれば、強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛をより均一に結晶化させることが可能となる。

【0011】請求項6に記載のように、一の電極、および、他の電極の少なくとも一方は、イリジウム酸化物層を含むことが好ましい。かかる構成によれば、熱処理時および電界印加時における強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛の構成原子の拡散が防止され、また、耐還元性も向上することになる。

【0012】請求項7によれば、強誘電体層、一の電

極、および他の電極を有する強誘電体キャパシタの製造方法が提供される。そして、この製造方法は、一の電極を構成するTi層を形成する工程と、Ti層に対して、一の電極を構成するPt層を積層する工程と、熱処理を施す工程と、チタン酸ジルコン酸鉛から成る強誘電体層を形成する工程と、他の電極を形成する工程とを含むことを特徴としている。かかる製造方法によれば、Pt層とTi層が積層されたところで、熱処理が施され、かかる熱処理によって、Pt層の表面にTi層からのTiが熱拡散される。その後の工程において、Pt/Ti積層に対して、強誘電体層がさらに積層され、強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛における余剰PbとPt層表面のTiとが反応し、チタン酸鉛が形成されることになる。このチタン酸鉛は、 $\langle 111 \rangle$ 軸に配向しており、結果的に強誘電体層を構成するチタン酸ジルコン酸鉛を $\langle 111 \rangle$ 軸に強く配向させることが可能となる。また、Ti層からのTiの熱拡散によって、Pt層の格子定数が増加するため、Pt層の $(111)$ 面と、チタン酸ジルコン酸鉛から成る強誘電体層の $(111)$ 面の格子整合が良好となる。

【0013】請求項8によれば、強誘電体層、一の電極、および他の電極を有する強誘電体キャパシタの製造方法が提供される。そして、この製造方法は、一の電極を形成する工程と、強誘電体層を形成する工程と、他の電極を構成する保護層を形成する工程と、瞬時熱アニールを行う工程とを含むことを特徴としている。かかる製造方法によれば、強誘電体層は、保護層が形成された後にアニール処理されることになる。そして、この保護層として、請求項9、10に記載のように、Au層あるいはAg層を用いることが可能である。AuおよびAgは、耐酸化性に優れているとともに水素に対する触媒効果を持たないため、アニール処理による強誘電体層の組成変化が防止されることになる。そして、瞬時熱アニールが用いられているため、熱拡散による強誘電体層の構成原子の組成ずれを最小限に抑えることが可能となる。また、例えば、強誘電体層がチタン酸ジルコン酸鉛によって構成された場合、AuおよびAgは、かかるチタン酸ジルコン酸鉛の $(111)$ 面に対して結晶整合が良好であるため、チタン酸ジルコン酸鉛を均一に結晶化させることが可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかる強誘電体キャパシタおよびその製造方法の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、以下の説明および添付された図面において、略同一の機能および構成を有する構成要素については、同一符号を付することによって重複説明を省略する。

【0015】(第1の実施の形態)本発明の第1の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ1の構成およびその製造方法について、図1を用いて説明する。

【0016】まず、Si基板100上にSiO<sub>2</sub>層200(約200nm)を形成する。

【0017】次に、IrO<sub>2</sub>層10、Ti層20、およびPt層30から成る下部電極を形成する。SiO<sub>2</sub>層200の上にIrO<sub>2</sub>層10(約150~200nm)を反応性スパッタ法によって形成する。その上にTi層20(約10~20nm)をスパッタ法で形成し、さらにその上にPt層30(約200nm)をスパッタ法で形成する。

【0018】ここで、電気炉において、約350℃、約15分間の熱処理を行う。この熱処理の目的は、Ti層20からPt層30に対してTiを熱拡散させることと、Ptの格子定数を増加させることにある。

【0019】熱処理後、強誘電体物質であるPZTから成るPZT層35をPt層30の上に形成し、結晶化アニールを行う。

【0020】最後に上部電極としてのIrO<sub>2</sub>層40を形成する。

【0021】以上のように構成された第1の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ1において、下部電極の最上層にPtから構成されたPt層30を用いる最大の理由は、PZT層35を<111>軸に優先配向させるためである。Ptは、<111>軸への自己配向性が強い。Pt(111)面と格子整合の良いPZT結晶が成長し易くなると考えられる。PZT(111)面は、このPt(111)面に対応しているため、Pt層30上に形成されるPZT層35は、<111>軸に優先配向することになる。

【0022】以上のようなPt層30およびTi層20から成る下部電極と異なり、SiO<sub>2</sub>層200上に直接Pt層30を積層させ、Pt層30のみから成る下部電極を形成した場合、図2に示すX線回折の結果から明らかなように、PZT層35の<111>軸への優先配向は弱まる。なお、図2において、実線は、Pt/Ti積層の上に形成されたPZT層のX線回折パターンを示し、破線は、Pt層の上に形成されたPZT層のX線回折パターンを示している。

【0023】また、図3のヒステリシス特性、図4の残留分極飽和特性にも明確な差異が現れる。なお、図3、図4において、黒丸によるプロットは、Pt/Ti積層の上に形成されたPZT層の特性を示し、白三角によるプロットは、Pt層の上に形成されたPZT層の特性を示している。このように、PZT層35の<111>軸への優先配向度が高い程、ヒステリシス特性や残留分極飽和特性等の強誘電特性が向上する。

【0024】PZT層35に接触する面がPt層30であっても、Ti層20の有無によって強誘電特性に差が生じる原因として、PZTの結晶成長メカニズムが関与していると考えられる。上述のように第1の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ1の製造工程において、T

i層20およびPt層30を積層させたところで熱処理が行われている。この熱処理によって、Ti層20を構成するTiがPt層30の表面、すなわち後にPZT層35が形成される面にまで熱拡散する。Pt層30の表面に拡散したTiは、PZT層35における余剰Pbと反応して、比較的結晶化温度の低いチタン酸鉛PbTiO<sub>3</sub>(以下、「PTO」という。)が形成される。すなわち、Ti層20は、PZT層35とPt層30との界面にPTOを間接的に生成するために機能する。そして、<111>軸に配向したPTOを核として、PZT層35の結晶化が進むと考えられる。

【0025】以上のように、第1の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ1によれば、Pt/Ti積層を含む下部電極に対して熱処理が施され、Pt層30とPZT層35との界面にPTOが生成されることになり、結果的に、PTOからPZT層35へのいわゆるヘテロエピタキシャル的な成長が実現する。

【0026】また、Ti層20からのTiの熱拡散によってPt層30の格子定数が増大するため、Pt層30の(111)面とPZT層35の(111)面の格子整合がさらに良好となる。

【0027】さらに、第1の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ1に備えられたIrO<sub>2</sub>層10およびIrO<sub>2</sub>層40は、熱処理時および電界印加時におけるPZT層35の構成原子の拡散を防止するとともに耐還元性を向上させる。

【0028】以上のように、第1の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ1は、従来の強誘電体キャパシタに対して、ヒステリシス特性、残留分極飽和特性、疲労特性、および耐還元性が向上することになる。さらに、電極の抵抗率は、従来のIrO<sub>2</sub>単層電極に比べ大幅に低下する。

【0029】(第2の実施の形態)第2の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ2について、図5を用いて説明する。

【0030】第2の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ2は、第1の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ1に対して、Pt層30およびTi層20に代えて、PTO層33を備えた構成を有するものである。すなわち、この強誘電体キャパシタ2は、Si基板100に対して、SiO<sub>2</sub>層200、IrO<sub>2</sub>層10、PTO層33、PZT層35、およびIrO<sub>2</sub>層40が順次積層されて成るものである。

【0031】第1の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ1は、Pt層30の表面にTi層20のTiを熱拡散させ、かかるTiとPZT層35の余剰Pbとを反応させることで、いわば間接的にPTO結晶核を生成することを特徴としている。しかし、Pt層30におけるTiの拡散は速く、所定の核生成密度となるように制御することは容易ではない。

【0032】これに対して、第2の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ2は、下部電極を構成するIrO<sub>2</sub>層10上に、PZT層35の結晶核となるPTO層33が薄く（数十Å程度）形成されている。このPTO層33によって、核生成密度の制御が容易化され、結果的に非常に密で均一なPZT結晶を形成することが可能となる。

【0033】（第3の実施の形態）第3の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ3について、図6を用いて説明する。

【0034】第3の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ3は、第2の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ2に対して、PTO層33とIrO<sub>2</sub>層10との間に、Pt層30が追加された構成を有するものである。すなわち、この強誘電体キャパシタ3は、Si基板100に対して、SiO<sub>2</sub>層200、IrO<sub>2</sub>層10、Pt層30、PTO層33、PZT層35、およびIrO<sub>2</sub>層40が順次積層されて成るものである。

【0035】第2の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ2は、IrO<sub>2</sub>層10の上に直接PTO層33が形成されている。しかし、PTO層33の<111>軸結晶配向性は低いため、その上に形成されるPZT層35も十分な<111>軸結晶配向性が得られない。この点、第3の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ3は、自己配向性の強いPt層30が、PTO層33とIrO<sub>2</sub>層10の間に形成されているため、PTO層33の<111>軸結晶配向性が改善され、これに伴いPZT層35の<111>軸優先配向度も増すことになる。したがって、第3の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ3によれば、高いヒステリシス特性、残留分極飽和特性、疲労特性、および耐還元性が得られる。

【0036】（第4の実施の形態）第4の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ4について、図7を用いて説明する。

【0037】第4の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ4は、第1の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ1に対して、上部電極を構成するIrO<sub>2</sub>層40とPZT層35との間に、Au層38が追加された構成を有するものである。すなわち、この強誘電体キャパシタ4は、Si基板100に対して、SiO<sub>2</sub>層200、IrO<sub>2</sub>層10、Ti層20、Pt層30、PZT層35、Au層38、およびIrO<sub>2</sub>層40が順次積層されて成るものである。そして、PZT層35の結晶化アニールは、Au層38が形成された後、酸素雰囲気中において、瞬時熱アニール（以下、「RTA」という。）処理（700℃、1分間）によって行われる。

【0038】従来、強誘電体の結晶化アニールは、強誘電体膜形成直後に行われていた。このため、強誘電体は、下部電極のみの影響を受けて結晶化し、結晶粒が大きく、また、深さ方向に組成の異なる結晶となりやすか

った。この点、第4の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ4は、上部電極を構成するものとして、PZT層35の（111）面との結晶整合が良好で、耐酸化性に優れ、かつ水素に対する触媒効果を持たないAu層38が用いられている。そして、このAu層38が形成された後に結晶化アニールが実行される。したがって、上下電極双方からの影響を受けつつPZT層35を構成する強誘電体が結晶化し、結晶粒の小さい密な強誘電体膜が形成されることになる。なお、Au層38に代えて、Agから成るAg層を用いてもよい。

【0039】また、結晶化アニールとしてRTAが用いられているため、構成原子の熱拡散による強誘電体膜の組成ずれが最小限に抑えられることになる。図8に示すように、電気炉アニールを用いた場合（図中破線）に対して、RTAを用いた場合（図中実線）、上下電極の<111>軸配向性がより強く反映され、<111>軸に優先配向したPZT層35が形成される。

【0040】（第5の実施の形態）第5の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ5について、図9を用いて説明する。

【0041】第5の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ5は、第2の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ2に対して、上部電極を構成するIrO<sub>2</sub>層40とPZT層35との間に、Au層38が追加された構成を有するものである。すなわち、この強誘電体キャパシタ5は、Si基板100に対して、SiO<sub>2</sub>層200、IrO<sub>2</sub>層10、PTO層33、PZT層35、Au層38、およびIrO<sub>2</sub>層40が順次積層されて成るものである。そして、PZT層35の結晶化アニールは、Au層38が形成された後、酸素雰囲気中において、RTA処理（700℃、1分間）によって行われる。

【0042】第5の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ5は、上部電極を構成するものとして、PZT層35の（111）面との結晶整合が良好で、耐酸化性に優れ、かつ水素に対する触媒効果を持たないAu層38が用いられている。そして、このAu層38が形成された後に結晶化アニールが実行される。したがって、上下電極双方からの影響を受けつつPZT層35を構成する強誘電体が結晶化し、第4の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ4と同様に結晶粒の小さい密な強誘電体膜が形成されることになる。なお、Au層38に代えて、Agから成るAg層を用いてもよい。

【0043】また、結晶化アニールとしてRTAが用いられているため、構成原子の熱拡散による強誘電体膜の組成ずれが最小限に抑えられることになる。図8に示すように、電気炉アニールを用いた場合（図中破線）に対して、RTAを用いた場合（図中実線）、上下電極の<111>軸配向性がより強く反映され、<111>軸に優先配向したPZT層35が形成される。

【0044】さらに、第5の実施の形態にかかる強誘電

10

20

30

40

50

体キャパシタ5は、下部電極を構成するIrO<sub>2</sub>層10上に、PZT層35の結晶核となるPTO層33が薄く（例えば、数十Å～100Å）形成されている。このPTO層33によって、核生成密度の制御が容易化され、結果的に非常に密で均一なPZT結晶を形成することが可能となる。

【0045】（第6の実施の形態）第6の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ6について、図10を用いて説明する。

【0046】第6の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ6は、第3の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ3に対して、上部電極を構成するIrO<sub>2</sub>層40とPZT層35との間に、Au層38が追加された構成を有するものである。すなわち、この強誘電体キャパシタ6は、Si基板100に対して、SiO<sub>2</sub>層200、IrO<sub>2</sub>層10、Pt層30、PTO層33、PZT層35、Au層38、およびIrO<sub>2</sub>層40が順次積層されて成るものである。そして、PZT層35の結晶化アニールは、Au層38が形成された後、酸素雰囲気中において、RTA処理（700℃、1分間）によって行われ

る。

【0047】第6の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ6は、上部電極を構成するものとして、PZT層35の（111）面との結晶整合が良好で、耐酸化性に優れ、かつ水素に対する触媒効果を持たないAu層38が用いられている。そして、このAu層38が形成された後に結晶化アニールが実行される。したがって、上下電極双方からの影響を受けつつPZT層35を構成する強誘電体が結晶化し、第4、5の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ4、5と同様に結晶粒の小さい密な強誘電体膜が形成されることになる。なお、Au層38に代えて、Agから成るAg層を用いてもよい。

【0048】また、結晶化アニールとしてRTAが用いられているため、構成原子の熱拡散による強誘電体膜の組成ずれが最小限に抑えられることになる。図8に示すように、電気炉アニールを用いた場合（図中破線）に対して、RTAを用いた場合（図中実線）、上下電極の<111>軸配向性がより強く反映され、<111>軸に優先配向したPZT層35が形成される。

【0049】さらに、第6の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ6は、自己配向性の強いPt層30が、PTO層33とIrO<sub>2</sub>層10の間に形成されているため、PTO層33の<111>軸結晶配向性が改善され、これに伴いPZT層35の<111>軸優先配向度も増すことになる。したがって、第6の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ6によれば、高いヒステリシス特性、残留分極飽和特性、疲労特性、および耐還元性が得られる。

【0050】（第7の実施の形態）第7の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ7について、図11を用いて

説明する。

【0051】第7の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ7は、第2の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ2に対して、上部電極を構成するIrO<sub>2</sub>層40とPZT層35との間にPTO層37が追加された構成を有するものである。すなわち、この強誘電体キャパシタ7は、Si基板100に対して、SiO<sub>2</sub>層200、IrO<sub>2</sub>層10、PTO層33、PZT層35、PTO層37、およびIrO<sub>2</sub>層40が順次積層されて成るものである。

【0052】第2の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ2は、下部電極を構成するIrO<sub>2</sub>層10上に、PZT層35の結晶核となるPTO層33が薄く（例えば、数十Å～100Å）形成されている。このPTO層33によって、核生成密度の制御が容易化され、結果的に非常に密で均一なPZT結晶粒を形成することが可能となる。

【0053】これに加えて、第7の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ7は、PZT層35と上部電極を構成するIrO<sub>2</sub>層40との間に、PTO層37が形成されている。このため、PZT層35は、下方のPTO層33のみならず上方のPTO層37を核として結晶化することになる。したがって、第7の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ7によれば、第2の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ2に対して、さらに密で均一なPZT結晶粒から成るPZT層35が形成されることになる。

【0054】（第8の実施の形態）第8の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ8について、図12を用いて説明する。

【0055】第8の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ8は、第6の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ6に対して、上部電極を構成するAu層38とPZT層35との間にPTO層37が追加された構成を有するものである。すなわち、この強誘電体キャパシタ8は、Si基板100に対して、SiO<sub>2</sub>層200、IrO<sub>2</sub>層10、Pt層30、PTO層33、PZT層35、PTO層37、Au層38、およびIrO<sub>2</sub>層40が順次積層されて成るものである。

【0056】第6の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ6は、上述のように、自己配向性の強いPt層30が、PTO層33とIrO<sub>2</sub>層10の間に形成されているため、PTO層33の<111>軸結晶配向性が改善され、これに伴いPZT層35の<111>軸優先配向度も増すことになる。したがって、第6の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ6によれば、高いヒステリシス特性、残留分極飽和特性、疲労特性、および耐還元性が得られる。

【0057】これに加えて、第8の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ7は、PZT層35と上部電極を構



11

成するAu層38との間に、PTO層37が形成されている。このため、PZT層35は、下方のPTO層33のみならず上方のPTO層37を核として結晶化することになり、 $\langle 111 \rangle$ 軸優先配向度が向上する。したがって、第8の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ8によれば、第6の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタ6に対して、さらに密で均一なPZT結晶粒から成るPZT層35が形成されることになる。なお、Au層38に代えて、Agから成るAg層を用いてもよい。

【0058】以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明にかかる強誘電体キャパシタおよびその製造方法によれば、ヒステリシス特性、残留分極飽和特性、疲労特性、および耐還元性等の電気的特性、および、耐環境性が向上することになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタの構成を示す断面図である。

【図2】Pt層の上に形成されたPZT層のX線回折パターン、および、Pt/Ti積層の上に形成されたPZT層のX線回折パターンを示す特性図である。

【図3】Pt層の上に形成されたPZT層のヒステリシス特性、および、Pt/Ti積層の上に形成されたPZT層のヒステリシス特性を示す特性図である。

【図4】Pt層の上に形成されたPZT層の残留分極飽

12

和特性、および、Pt/Ti積層の上に形成されたPZT層の残留分極飽和特性を示す特性図である。

【図5】第2の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタの構成を示す断面図である。

【図6】第3の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタの構成を示す断面図である。

【図7】第4の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタの構成を示す断面図である。

【図8】Pt層の上に形成されたPZT層の電気炉アニール後のX線回折パターン、および、RTAアニール後のX線回折パターンを示す特性図である。

【図9】第5の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタの構成を示す断面図である。

【図10】第6の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタの構成を示す断面図である。

【図11】第7の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタの構成を示す断面図である。

【図12】第8の実施の形態にかかる強誘電体キャパシタの構成を示す断面図である。

【符号の説明】

1 強誘電体キャパシタ

10 IrO<sub>2</sub>層

20 Ti層

30 Pt層

33 PTO層

35 PZT層

37 PTO層

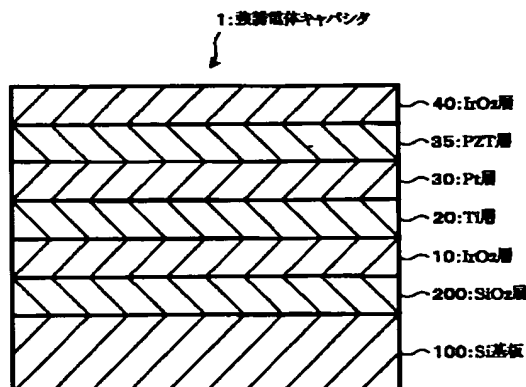
38 Au層

40 IrO<sub>2</sub>層

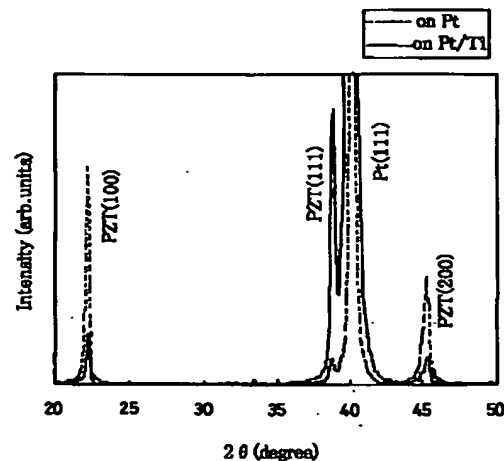
100 Si基板

200 SiO<sub>2</sub>層

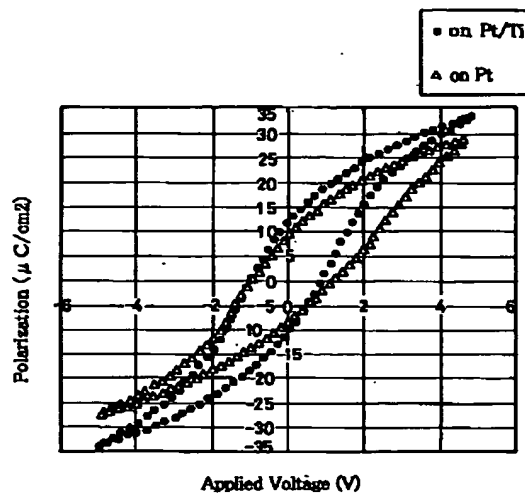
【図1】



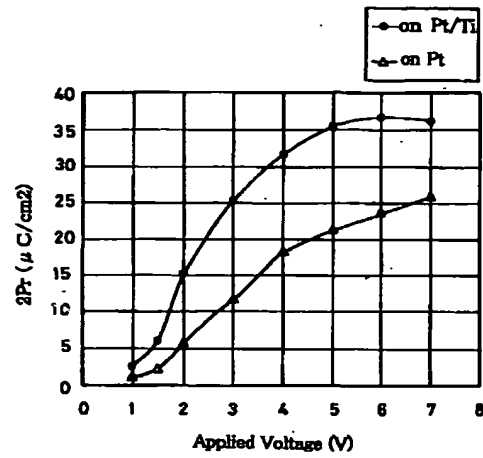
【図2】



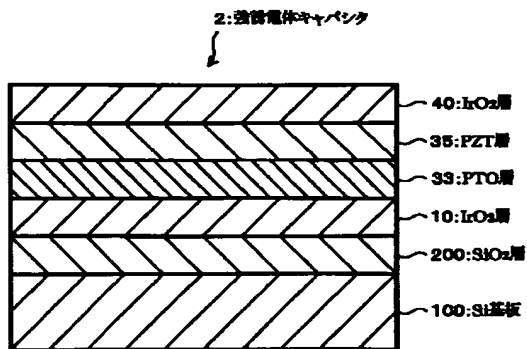
【図3】



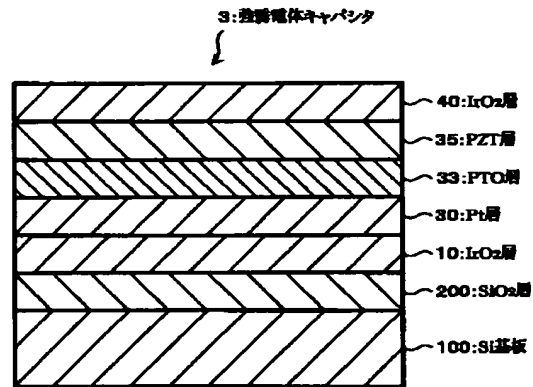
【図4】



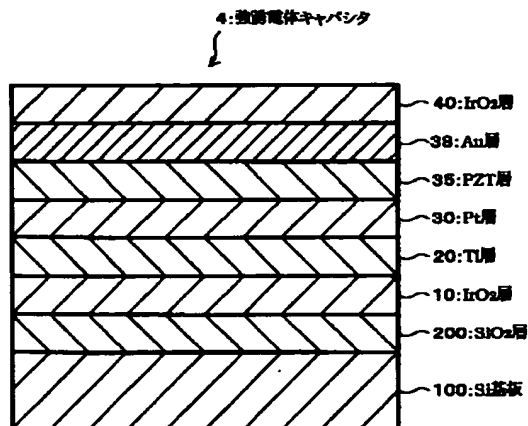
【図5】



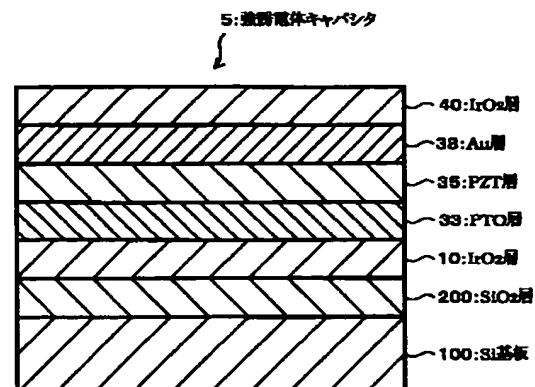
【図6】



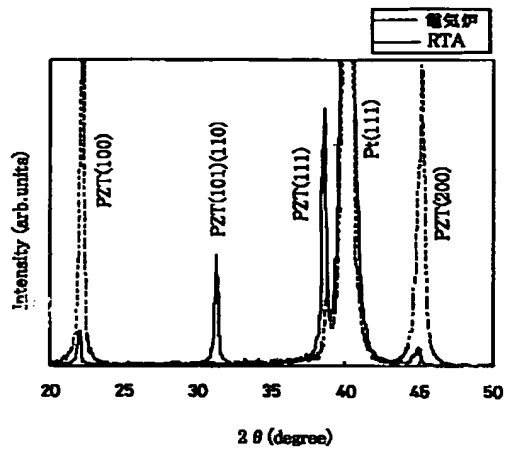
【図7】



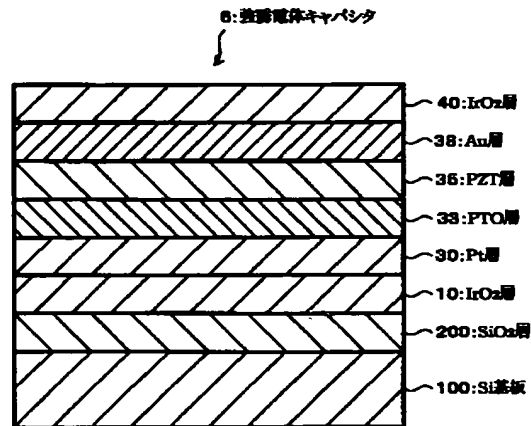
【図9】



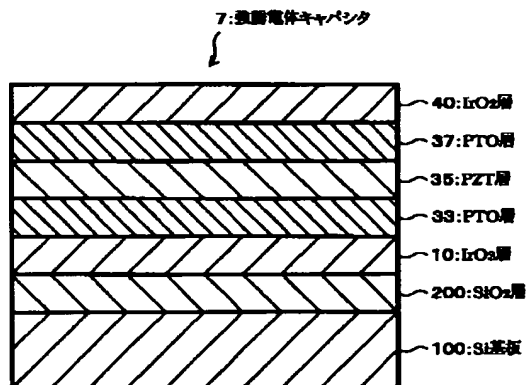
【図8】



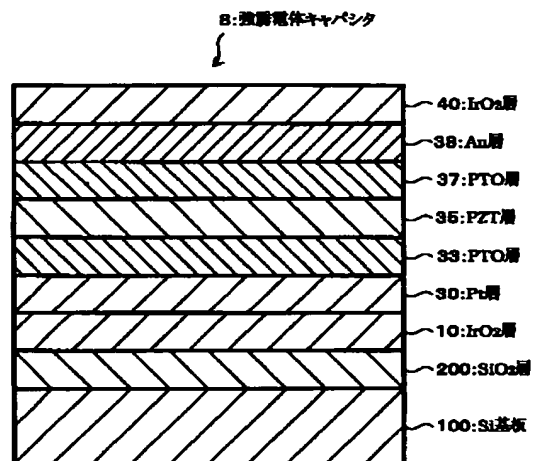
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>  
)

識別記号

F I

テーマト' (参考)

H 0 1 L 21/8247  
29/788  
29/792